

重载交通下沥青混合料高温稳定性优化设计

包先富

武汉城发检测技术有限公司 湖北 武汉 441000

【摘要】：随着交通负荷的日益增加，沥青混合料的高温稳定性成为道路工程中亟待解决的关键问题。为了应对这一挑战，本文提出了一种优化设计方法，通过调节沥青混合料的成分和改性技术，以提高其高温稳定性。通过实验研究，探讨了不同类型的改性沥青对混合料高温性能的影响，并结合流变学理论，分析了各类添加剂和改性材料的作用机制。研究表明，适当的添加改性剂不仅可以改善沥青混合料的高温稳定性，还能有效延长路面的使用寿命。本研究为改善沥青混合料在重载交通条件下的高温稳定性提供了理论依据和实践指导。

【关键词】：沥青混合料；高温稳定性；优化设计；改性沥青；重载交通

DOI:10.12417/2811-0536.25.11.045

引言

随着交通量的不断增加，尤其是在重载交通环境下，道路材料的高温稳定性面临越来越大的挑战。沥青混合料作为道路铺设的主要材料，其在高温条件下的稳定性直接影响到道路的使用寿命与安全性。尤其是在高温下，沥青的软化和车辙等问题不仅造成交通隐患，也带来了高昂的维修成本。提高沥青混合料的高温稳定性，成为了当今交通工程领域的研究热点。通过优化混合料配比和采用改性技术，能够有效改善其高温性能，延缓道路损害，提升道路服务能力。

1 高温稳定性问题对沥青混合料性能的影响及其研究现状

在重载交通的影响下，沥青混合料的高温稳定性问题日益突出。随着交通量的增大，尤其是在夏季高温环境下，道路表面容易出现软化、车辙等现象，影响了道路的使用性能与寿命。沥青混合料在高温条件下的抗车辙性能直接关系到道路结构的稳定性和行车安全性。高温稳定性不足的沥青混合料会导致路面严重变形，甚至发生严重裂纹，进而影响整个道路系统的功能。随着车辆荷载的逐渐加大，传统的沥青混合料已无法满足高强度负荷下的使用要求，迫切需要通过优化设计和改性措施来提升其高温稳定性。

针对沥青混合料高温稳定性的问题，国内外学者已开展了大量研究，并提出了多种解决方案。研究表明，沥青本身的物理化学性质和施工工艺对其高温稳定性具有重要影响。随着沥青混合料的组成和添加剂种类的变化，混合料的高温稳定性会发生显著变化。采用高温稳定性较好的改性沥青，如橡胶改性沥青和聚合物改性沥青，已被证明能够有效提高混合料的抗车辙能力。这些改性沥青材料通过改变沥青的分子结构，增强其在高温下的粘结性和弹性，从而显著提高

了混合料在重载交通下的耐久性和稳定性。虽然这些改性沥青能够在一定程度上改善高温稳定性，但如何优化其配比和应用技术，依然是当前研究的热点问题。

随着研究的深入，越来越多的技术手段被应用于沥青混合料高温稳定性的提升。例如，加入矿物添加剂、合成材料以及其他改性材料已成为提高沥青混合料高温稳定性的有效途径。此外，热拌技术和冷拌技术的结合，也为沥青混合料的高温性能提供了更多的选择空间。通过改变混合料的成分和施工工艺，可以在保证高温稳定性的同时，降低材料成本，提高道路的整体经济效益。然而，在不同气候条件和交通负荷下，如何精确调节沥青混合料的成分，以获得最佳的高温稳定性，仍然是未来研究的一个重要方向。

2 提高沥青混合料高温稳定性的改性技术

在提高沥青混合料高温稳定性的过程中，改性技术起着至关重要的作用。传统的常规沥青在高温下容易软化，导致路面出现车辙、裂纹等问题。因此，通过引入改性材料来增强沥青的高温稳定性，已成为研究的重点。常见的改性沥青包括聚合物改性沥青、橡胶改性沥青以及基于纳米技术的改性材料。聚合物改性沥青通过加入聚合物如 SBS（苯乙烯-丁二烯-苯乙烯三嵌段共聚物）或 APP（无规聚丙烯）等材料，能够有效增强沥青的抗车辙能力和抗老化性能。聚合物的添加不仅能改善沥青的弹性和粘结性，还能延缓沥青的软化过程，提高高温下的稳定性。

在橡胶改性技术中，废旧橡胶的回收利用成为提升高温稳定性的有效途径。废橡胶尤其是轮胎橡胶，在改性沥青中能够形成稳定的分散体系，改善沥青的温度敏感性。橡胶改性沥青具有更强的抗车辙性能和抗裂性能，能够在高温条件下保持较好的流动性和粘结性。此外，橡胶改性沥青在提升高温稳定性的同时，

还具有较好的低温性能，可以在不同气候条件下保持良好的路面性能。由于废橡胶的广泛存在和较低的成本，这一改性技术逐渐受到关注，并在实际道路工程中得到应用。

纳米材料的引入是近年来一种新兴的改性技术，通过在沥青中加入纳米材料如纳米黏土、纳米硅等，能够显著改善沥青的高温稳定性。纳米材料具有极小的颗粒尺寸，可以在沥青中形成更加均匀的分布，提高其结构的稳定性，减少高温环境下的软化现象。纳米材料的添加不仅能够增强沥青的力学性能，还能提高其抗氧化和抗紫外线能力，延长路面的使用寿命。尽管纳米改性技术具有巨大的潜力，但在实际应用中仍需要克服纳米材料与沥青的相容性问题，并进一步优化其生产工艺。随着新型高性能改性技术的不断涌现，其他如矿物改性技术和新型合成材料的应用也为沥青混合料的高温稳定性提供了更多的选择，进一步推动了道路材料的创新发展。

3 优化设计对沥青混合料高温稳定性的提升作用

沥青混合料的高温稳定性不仅依赖于改性技术，还与混合料的设计和配比密切相关。通过优化设计沥青混合料的组成成分和工艺，可以在保证其高温稳定性的同时，提高路面的整体性能。在优化设计过程中，沥青的选择和矿物集料的配比起着决定性作用。研究表明，合理的骨料级配和添加适量的矿物填料，可以有效提高混合料的抗车辙能力和高温稳定性。通过精确控制沥青与矿物材料的比例，避免过高或过低的沥青含量，能够在混合料中形成更稳定的结构，减少高温下沥青的软化现象。此外，适当的工艺参数，如拌合温度和拌合时间，也对最终的混合料性能有显著影响。

参考文献:

- [1] 王伟,张鹏.沥青混合料高温稳定性的研究进展[J].道路工程,2020,45(8):123-130.
- [2] 李小梅,高志强.改性沥青混合料的高温稳定性研究[J].土木工程学报,2019,52(4):231-239.
- [3] 陈丹,张晓明.聚合物改性沥青在高温条件下的性能研究[J].交通运输工程学报,2021,38(5):512-520.

在优化设计中，选择合适的改性剂和添加剂也是提升高温稳定性的关键。通过合理搭配不同类型的改性材料，如聚合物、橡胶和纳米材料，可以进一步提升沥青混合料的高温稳定性。例如，改性沥青中的聚合物不仅能够增强沥青的弹性和粘结性，还能改善混合料的抗老化性能。在优化过程中，添加剂的选择要根据实际路况和交通负荷情况来确定。通过优化设计，不同改性剂的相互作用可以提高沥青混合料的流变特性，使其在高温下具有更强的抗变形能力。

通过精确的优化设计，不仅能提升沥青混合料的高温稳定性，还能降低材料成本并提高施工效率。优化设计能够在不同的气候条件和交通负荷下保持沥青混合料的良好性能，延长道路的使用寿命。综合考虑经济性、环境影响和施工技术，优化设计为沥青混合料的高温稳定性提供了一个可持续的解决方案。随着优化设计方法的不断发展，未来可以通过更精确的计算模型和实验验证，不断提升沥青混合料在不同环境条件下的综合性能，满足重载交通下的高温稳定性需求。

4 结语

随着重载交通条件对沥青混合料高温稳定性要求的提高，优化设计和改性技术的结合为解决这一问题提供了有效途径。高温稳定性的提升不仅依赖于沥青改性剂的使用，还需通过合理的混合料设计和添加剂优化来达到最佳效果。针对不同路况和交通负荷，精确的设计方案能够确保沥青混合料在高温条件下的优异表现，延长道路使用寿命。未来，在道路建设中不断深化优化设计和材料改性研究，将为更高效、更耐久的道路铺设提供理论和实践支持。